

(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) **Offenlegungsschrift**
(10) **DE 44 04 617 A 1**

(51) Int. Cl.⁶:
B 01 D 53/94
F 01 N 3/20
// B01D 161:00

DE 44 04 617 A 1

(21) Aktenzeichen: P 44 04 617.0
(22) Anmeldetag: 14. 2. 94
(43) Offenlegungstag: 17. 8. 95

(71) Anmelder:
Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,
DE

(72) Erfinder:
Boegner, Walter, 71686 Remseck, DE; Krämer,
Michael, Dr.-Ing., 73274 Notzingen, DE; Krutzsch,
Bernd, Dr., 73770 Denkendorf, DE; Wenninger,
Günter, Dipl.-Ing., 70599 Stuttgart, DE; Wirbeleit,
Friedrich, Dr.-Ing., 73733 Esslingen, DE; Weisweiler,
Werner, Prof. Dr., 75196 Remchingen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren und Vorrichtung zur selektiven katalytisierten NO_x-Reduktion in sauerstoffhaltigen Abgasen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur selektiven katalytisierten NO_x-Reduktion in sauerstoffhaltigen Abgasen von Brennkraftmaschinen, bei dem zur Verbesserung der Reduktion von Stickoxiden Kohlenwasserstoffe und Luft dem Abgasreiniger zugeführt werden, wobei zur Erzeugung reaktiver kurzkettiger ungesättigter Kohlenwasserstoffe eine definierte Kraftstoffmenge aus der für die Kraftstoffversorgung der Brennkraftmaschine bestimmten Kraftstoffbevorratung katgekrackt und durch gleichzeitiges Zuführen von Luft aufoxidiert und die hierbei gebildeten Spezies in den Abgasstrom der noch zu reinigenden Abgase geleitet werden.

DE 44 04 617 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 06. 95 508 033/246

4/28

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur selektiven katalysierten NO_x-Reduktion in sauerstoffhaltigen Abgasen, bei dem zur Verbesserung der Reduktion von Stickoxiden Kohlenwasserstoffe und Luft auf der stromaufwärtigen Seite eines Abgasreinigers zugeführt werden, und eine Vorrichtung zur Durchführung eines derartigen Abgasreinigungsverfahrens.

Zukünftig gelten für Dieselbrennkraftmaschinen neben sehr geringen Partikelgrenzwerten auch äußerst strenge Stickoxidgrenzwerte, deren Einhaltung mit innermotorischen Maßnahmen allein kaum zu erfüllen sein wird.

Bei konventionellen selektiven katalysierten Reduktionsverfahren Ammoniak als selektives Reduktionsmittel für die Stickoxide verwendet. Alternativ sind auch wäßrige Harnstofflösungen vorgeschlagen worden, die aber ebenso wie Ammoniak bei instationärer Motorbetriebsweise wegen eines Ammoniakschlupfes zu Problemen führen können.

Eleganter sind daher bei Fahrzeugen solche Lösungen, die Kohlenwasserstoffe zur nachmotorischen Stickoxidreduktion verwenden.

Aus der DE 42 21 363 A1 ist ein solches Abgasreinigungsverfahren sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens bekannt. Die Vorrichtung umfaßt dabei ein Zuführsystem für flüssige Kohlenwasserstoffe, die in einem Flüssigkohlenwasserstoffvorrats tank bereitgestellt wird, sowie ein Zuführsystem zum Zuführen von komprimierter Luft und schließlich eine im Strömungswege des Abgases stromauf eines Abgasreinigers liegende Einsprühvorrichtung zum Einsprühen des flüssigen Kohlenwasserstoffs nach Zusammenführen mit der komprimierten Luft in den Strom des Abgases.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der gattungsgemäßen Art zu verbessern und eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens zu vereinfachen ohne Beeinträchtigung einer maximal erreichbaren NO_x-Konversion im NO_x-Abgasreiniger.

Die Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 und 2 angegebenen Merkmale gelöst.

Durch die Anordnung eines Krackkatalysators, über den ein Teil des für die Kraftstoffversorgung der Brennkraftmaschine vorgesehenen Kraftstoffes geleitet wird, und durch die gleichzeitige Lufteinblasung in diesen Krackkatalysator werden hochwirksame Kohlenwasserstoffe erzeugt, die ein hohes NO_x-Reduktionspotential besitzen.

Maßnahmen dieser Art haben den Vorteil, den ohnehin im Fahrzeug mitgeführten Kraftstoff somit auch zur NO_x-Reduktion mitzuverwenden. Demnach ist kein Zusatztank zur Speicherung von Kohlenwasserstoffen erforderlich.

In den Unteransprüchen sind noch förderliche Weiterbildungen der Erfindung angegeben.

Die in den Krackkatalysator eingeblasene Luft bewirkt neben der Teiloxydation der Kohlenwasserstoffe auch eine periodisch durchgeführte Reinigung der koksanfälligen Krackkatalysatoroberfläche in stark oxidierender Atmosphäre, z. B. bei $\lambda > 1$ und einer Temperatur im Denox-Katalysator, die höher als 500°C liegt.

Der Einsatz eines Druckspeichers in der Zuführleitung, in dem gasförmige Kohlenwasserstoffe gespeichert sind, ermöglicht je nach Bedarf und Erfordernis eine Zudosierung gasförmiger Kohlenwasserstoffe in den Abgasstrom der Brennkraftmaschine zur optimalen

No_x-Reduktion im Abgasreiniger.

Die Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

5 Eine Abgasanlage 1 für eine mit Dieselkraftstoff betriebene Brennkraftmaschine 2 umfaßt einen in einer Abgasleitung 3 angeordneten Abgasreiniger 4 als Denox-Katalysator sowie einen Krackkatalysator 5 in einer Zuführleitung 6, die in die Abgasleitung 3 stromauf des Abgasreinigers 4 mündet. Der Krackkatalysator 5 besteht aus aktiven Komponenten, vorwiegend Zeolithen, die auf einem Träger aufgebracht sein können.
 10 Mit 7 ist ein üblicher Tank mit Kraftstoff für die Kraftstoffversorgung der Brennkraftmaschine bezeichnet. Eine an den Tank 7 angeschlossene Dosierleitung 8 enthält eine Dosierpumpe 9, die dem Krackkatalysator 5 eine Kraftstoffdosiermenge mittels eines Steuergerätes 10 derart zumeßt, daß am Denox-Katalysator 4 auch unter Vollast und Nenndrehzahl ein HC-NO_x-Verhältnis von 0—5 sichergestellt ist. Zusätzlich zu dem Kraftstoff wird über eine Luftleitung 11 eine vorbestimmte Luftmenge in den Krackkatalysator eingeblasen, der bei der Zusammenführung von Luft und Kraftstoff mit unterstochiometrischem Luftverhältnis von $\lambda = 0$ bis 0,2 betrieben wird. Der Kraftstoff wird katgekrackt und die erzeugten reaktiven kurzkettigen ungesättigten Kohlenwasserstoffe sowie teilstoxxidierte Kohlenwasserstoffe werden dem Abgasstrom auf der stromaufwärtigen Seite des Denox-Katalysators zur gezielten NO_x-Reduktion zugeführt.

Gegebenenfalls kann in der Zuführleitung 6 ein Druckspeicher 12 mit einem kennfeldgesteuerten Dosierventil 13 (strichpunktiert dargestellt) vorgesehen sein, das von dem Steuergerät 10 betriebsparameterabhängig dem Abgasreiniger 4 die Kohlenwasserstoffmenge bedarfsoorientiert zudosiert, um eine optimale NO_x-Reduktion zu erhalten. Als Betriebsparameter kommen z. B. in erster Linie Drehzahl n, Last L und gegebenenfalls die Denox-Katalysatortemperatur in Frage.

Patentansprüche

1. Verfahren zur selektiven katalysierten NO_x-Reduktion in sauerstoffhaltigen Abgasen von Brennkraftmaschinen, bei dem zur Verbesserung der Reduktion von Stickoxiden Kohlenwasserstoffe und Luft auf der stromaufwärtigen Seite eines Abgasreinigers zugeführt werden, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung reaktiver kurzkettiger ungesättigter Kohlenwasserstoffe eine definierte Kraftstoffmenge aus der für die Kraftstoffversorgung der Brennkraftmaschine vorgesehenen Kraftstoffbevorrätung katgekrackt und durch gleichzeitiges Zuführen von Luft aufoxidiert und die hierbei gebildeten reaktiven Spezies in den Abgasstrom stromauf des Abgasreinigers geleitet werden.
 45 2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einem Abgasreiniger in einer von der Brennkraftmaschine wegführenden Abgasleitung, dadurch gekennzeichnet, daß in einer in die Abgasleitung (3) stromauf des Abgasreinigers (4) mündenden Zuführleitung (6) ein elektrisch beheizter Krackkatalysator (5) angeordnet ist, welcher in einem Temperaturbereich zwischen 200°—700°C regelbar ist.
 50 3. Vorrichtung nach Anspruch 2, mit einem für die Kraftstoffversorgung der Brennkraftmaschine vor-

gesesehenen Tank, von dem eine Kraftstoffzulaufleitung zur Brennkraftmaschine führt, dadurch gekennzeichnet, daß neben der Kraftstoffzulaufleitung zusätzlich eine Dosierleitung mit einer Dosierpumpe (9) angeschlossen ist, durch die dem Krackkatalysator (5) mittels eines Steuergerätes (10) eine Dosiermenge derart zumeßbar ist, daß am Denox-Katalysator (4) etwa ein HC-NO_x-Verhältnis zwischen 0 und 5 liegt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß an den Krackkatalysator (5) eine Luftleitung (11) zur Lufteinblasung angeschlossen ist, derart, daß der Krackkatalysator einerseits mit unterstöchiometrischem Kraftstoff-Luftverhältnis zwischen $\lambda = 0$ und 0,2 und andererseits mit einem überstöchiometrischen Kraftstoff-Luftverhältnis $\lambda > 1$ betreibbar ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß stromab des Krackkatalysators (5) ein Druckspeicher (12) mit einem kennfeldgeregelten Dosierventil (13) vorgesehen ist, durch das die für den Abgasreiniger (4) erforderliche Kohlenwasserstoffmenge eindosierbar ist.

25

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

